

**Offenlegungsschrift 24 52 442**

Aktenzeichen: P 24 52 4423

Anmeldetag: 5. 11. 74

Offenlegungstag: 6. 5. 76

Unionspriorität:

(32) (33) (31) —

Bezeichnung: Kapillarviskosimeter

Anmelder: Spezialnoje konstruktorskoje bjuro Instituta neftechimicheskowo sintesa imeni A.W. Topchiewa Akademii Nauk, Moskau

Vertreter: Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Lamprecht, K., Dipl.-Ing.; Beetz jun., R., Dr.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

Erfinder: Bystrow, Anatoly Borisowitsch; Winogradow, Georgy Wladimirowitsch; Ergin, Nikolai Alexandrowitsch; Konstantinow, Alexandr Alexandrowitsch; Kulapow, Anatoly Konstantinowitsch; Krascheninnikow, Sergei Konstantinowitsch; Soldatenkow, Nikolai Grigoriewitsch; Woronow, Nikolai Michailowitsch; Moskau

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-OS 17 73 754

=US 37 58 776

DT-OS 17 73 874

DT-Z: Kautschuk und Gummi, Kunststoffe,
Jg.23 (1970) Nr.4, S.146-147

530-23.365P

5. 12. 1974

Spetsialnoe konstruktorskoe bjuro Instituta neftekhimicheskogo
sintezy imeni A. V. Topchieva Akademii Nauk SSSR,
Moskau (UdSSR)

Kapillarviskosimeter

Die Erfindung betrifft ein Viskosimeter, insbesondere zur Untersuchung der Viskosität von durch eine die Abhängigkeit der Schubgeschwindigkeit von der Schubspannung darstellende Fließkurve ausgezeichneten dispersen und polymeren Systemen eines zu untersuchenden Materials.

Es sind Kapillarviskosimeter bekannt, bei denen die Kraft einer vorher zusammengedrückten Feder auf einen das zu untersuchende Ma-

609819/0729

530-(P 55 484/2)-Hd-r (7)

2452442

terial aus einer Kammer durch eine Kapillare verdrängenden Kolben übertragen wird, dessen Verschiebung mittels eines Registriergeräts registriert wird (vgl. z. B. SU-Erfinderschein 97 485, Klasse 42 1, 7/01). 701)-

Beim genannten Kapillarviskosimeter zur Messung der Abhängigkeit der Viskosität des zu untersuchenden Materials vom Druckgefälle in der Kapillare und der Schubgeschwindigkeit kommt eine tarierte Feder zur Anwendung, die einen sich im Meßvorgang ändernden Druck auf das zu untersuchende, in der Kammer untergebrachte Material erzeugt, wodurch dessen variable Auslaufgeschwindigkeit aus der Kapillare gesichert wird.

Die Verschiebung des das Material aus der Kammer verdrängenden Kolbens wird mit Hilfe des Registriergeräts in Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet, worauf anschließend die Schubgeschwindigkeit und die Spannung berechnet werden. Jedoch erfordert die sich aus dem Registriergerät ergebende Aufzeichnung der Meßergebnisse eine anschließende Auswertung - eine grafische Differentiation und Logarithmierung zur Erhaltung der Ergebnisse in einer für eine Analyse geeigneten Form in Gestalt einer grafischen Darstellung der Abhängigkeit der Schubgeschwindigkeit von der Schubspannung unter Verwendung einer doppellogarithmischen Darstellung.

Darüber hinaus ist es bei der Arbeit mit diesem Viskosimeter notwendig, die Aufzeichnungsgeschwindigkeit, ausgehend von der Form der zu registrierenden Kurve, manuell umzuschalten, was unbequem und bei sich schnell ändernden Geschwindigkeiten nicht immer möglich ist.

609819/0729

2452442

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der oben genannten Nachteile ein Kapillarviskosimeter zu schaffen, das zusätzliche Einheiten besitzt, die es gestatten, die Schubspannung und -geschwindigkeit zu messen und gleichzeitig in Form einer Fließkurve ohne zusätzliche Berechnungen und in günstiger logarithmischer Darstellung zu registrieren.

Diese Aufgabe wird bei einem Kapillarviskosimeter, bei dem die Kraft einer vorher zusammengedrückten Feder auf einen ein zu untersuchendes Material durch eine Kapillare einer Kammer verdrängenden Kolben übertragen wird, dessen Verschiebung mittels eines Registriergeräts aufgezeichnet wird, erfindungsgemäß gelöst durch einen Fühler für diskrete Verschiebungen des Kolbens, der mit dem Kolben kinematisch gekoppelt ist, und durch einen mit dem Fühler elektrisch gekoppelten Umsetzer der Ausgangssignale des Fühlers für diskrete Verschiebungen in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens und dem Wert des dekadischen Logarithmus eines durch die Feder erzeugten Druckes proportionale Spannung.

Dabei ist es zweckmäßig, daß der Fühler für diskrete Verschiebungen ein Rasterfühler ist.

Die Erfindung wird dadurch weitergebildet, daß der Umsetzer der Ausgangssignale des Fühlers für diskrete Verschiebungen in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens und dem Wert des dekadischen Logarithmus eines durch die Feder erzeugten Druckes proportionale Spannung aufweist:

609819/0729

einen an den Fühler für diskrete Verschiebungen angeschlossenen digitalen Messer für die Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens und einen an die Ausgänge des Messers sowie an den Y-Eingang eines Registriergeräts für die Aufzeichnung der Schubgeschwindigkeit angeschlossenen Umsetzer eines im digitalen Messer erhaltenen Codes in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens proportionale Spannung sowie einen an den Fühler für diskrete Verschiebungen angeschlossenen Zähler für die Verschiebungsgröße des Kolbens und einen an die Ausgänge des Zählers und an den X-Eingang des Registriergeräts für die Aufzeichnung der Schubspannung angeschlossenen Umsetzer eines im Zähler erhaltenen Codes in eine dem dekadischen Logarithmus eines durch die Feder erzeugten Druckes proportionale Spannung,

um auf einem Koordinatenpapier des Registriergeräts eine Fließkurve aufzuzeichnen.

Das erfindungsgemäße Kapillarviskosimeter gestattet, die Viskosität eines zu untersuchenden Materials in einem weiten Bereich von Schubspannungen und -geschwindigkeiten (bei einem Verhältnis vom Maximal- zum Minimalwert der Schubspannung gleich 10^2 und bei einem Verhältnis vom Maximal- zum Minimalwert der Schubgeschwindigkeit gleich 10^5) ohne zusätzliche arithmetische Berechnungen in Form einer Fließkurve bei vorgegebener logarithmischer Darstellung in Richtung der Ordinate und Abszisse zu ermitteln.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch das Viskosimeter und den Fühler für diskrete Verschiebungen des Kolbens eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Kapillarviskosimeters,

Fig. 2 das elektrische Funktionsschaltbild eines Umsetzers des Ausgangssignals des Fühlers eines erfindungsgemäßen Kapillarviskosimeters,

Fig. 3 den Abschnitt A in Fig. 1 in vergrößertem Maßstab, und

Fig. 4 eine mittels des erfindungsgemäßen Kapillarviskosimeters erhaltene Fließkurve.

Das erfindungsgemäße Kapillarviskosimeter enthält eine Kammer 1 (Fig. 1) mit einem zu untersuchenden Material 2, das durch eine kalibrierte zylindrische Kapillare 3 der Kammer 1 mittels eines Kolbens 5 zu verdrängen ist, und zwar unter Einwirkung einer vorher zusammengedrückten Feder 4, die an einer Stange 6 des Kolbens 5 befestigt ist.

Das erfindungsgemäße Viskosimeter enthält auch einen mit der Stange 6 kinematisch gekoppelten Fühler 7 für diskrete Verschiebungen des Kolbens 5 und einen mit dem Fühler 7 elektrisch gekoppelten Umsetzer 8 (Fig. 2) der Ausgangssignale des Fühlers 7 in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) und dem dekadischen Logarithmus des durch die Feder 4 erzeugten Druckes proportionale elektrische Spannung.

Als Fühler 7 für diskrete Verschiebungen des Kolbens 5 kommt

609819/0729

ein Raster-Fühler in Frage. Dieser weist zwei durchsichtige Platten 9 und 10 mit einem auf diese gleichmäßig aufgetragenen Linienraster 11 (Fig. 3) auf, wobei die eine Platte 10 (Fig. 1) wegen der kinematischen Kopplung mit der Stange 6 des Kolbens 5 beweglich, jedoch die andere Platte 9 unbeweglich ist. Der Raster-Fühler schließt auch eine Beleuchtungseinrichtung 12 in Form einer Glühlampe ein, von der ein Lichtbündel auf die Platte 9 (in Pfeilrichtung B) fällt, durch sie und die Platte 10 hindurchgeht und (in Pfeilrichtung C) auf einen Lichtempfänger 13 trifft.

Der Raster-Fühler wird als der Fühler 7 für diskrete Verschiebungen des Kolbens 5 verwendet, um eine hohe Meßgenauigkeit für die Schubgeschwindigkeit und -spannung bei geringer Länge der Kammer 1 zu erhalten. Die geringe Länge der Kammer 1 erlaubt eine minimale Menge des zu untersuchenden Materials 2 für die Durchführung von dessen Untersuchung.

Bei Vorhandensein größerer Mengen des zu untersuchenden Materials kann als Fühler für diskrete Verschiebungen beispielsweise ein induktiver Fühler mit einem beweglichen Nutenanker und einem gezahnten Polschuh eingesetzt werden.

Zum Zusammendrücken der Feder 4 gibt es im erfindungsgemäßen Viskosimeter ein Hubwerk, das aus einer Schraube 14 besteht, die im Gewindeteil eines im Gehäuse 16 frei drehbar eingebauten Schwungrades 15 angeordnet ist. Die Schraube 14 weist einen Zangengreifer 17 mit einem Zylinder 18 auf, der kinematisch mit einem Auslösemechanismus 19 und einem oberen Teller 20 verbunden ist,

b.
an dem das obere Ende der Feder 4 anliegt. Der Zangengreifer 17 umgreift das obere Ende der Stange 6, das einen unteren Teller 21 besitzt, auf den sich das untere Ende der Feder 4 stützt und an dem die bewegliche Platte 10 befestigt ist.

Der Umsetzer 8 (Fig. 2) der Ausgangssignale des Fühlers 7 (Fig. 1) für diskrete Verschiebungen in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 und dem Wert des dekadischen Logarithmus eines durch die Feder 4 erzeugten Druckes proportionale Spannung enthält einen an den Lichtempfänger 13 des Fühlers 7 für diskrete Verschiebungen angeschlossenen digitalen Messer 22 (Fig. 2) für die Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) und einen an die Ausgänge des Messers 22 (Fig. 2) und an den die y-Koordinate angegebenden Eingang eines Registriergeräts 24 für die Aufzeichnung der Schubgeschwindigkeit angeschlossenen Umsetzer 23 (Fig. 2) des im digitalen Messer 22 erhaltenen Codes in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 proportionale Spannung. Das Registriergerät 24 ist als Zweikoordinatenschreiber ausgeführt. Der Umsetzer 8 der Ausgangssignale des Fühlers 7 (Fig. 1) für diskrete Verschiebungen enthält auch einen an den Lichtempfänger 13 des Fühlers 7 für diskrete Verschiebungen angeschlossenen Zähler 25 (Fig. 2) für die Verschiebungsgröße des Kolbens 5 (Fig. 1) und einen an die Ausgänge des Zählers 25 (Fig. 2) und an den die x-Koordinate angegebenden Eingang des Registriergeräts 24 für die Aufzeichnung der Schubspannung angeschlossenen Umsetzer 26 des im Zähler 25 erhaltenen Codes in eine dem dekadischen Logarithmus eines durch die Feder 4 (Fig. 1) erzeugten Druckes proportionale Spannung. Auf diese Weise ergibt sich auf einen Koordinaten-

papier 27 (Fig. 4) des Registriergeräts 24 (Fig. 2) eine Fließkurve 28 (Fig. 4), wobei auf der Abszissenachse die Werte der Schubspannung $\tilde{\tau}$ (dyn/cm^2) und auf der Ordinatenachse die Werte der Schubgeschwindigkeit D (s^{-1}) in logarithmischer Darstellung aufgetragen sind.

Der digitale Messer 22 (Fig. 2) für die Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) enthält einen Schalter 29 (Fig. 2), dessen einer Eingang an den Lichtempfänger 13, dessen anderer Eingang an einen von an den Eingang des Schalters 29 mit Hilfe eines Schrittschalters 31 angeschalteten Bezugsimpulsgeneratoren 30 k, 30 l, 30 m, 30 n, 30 p angeschlossen ist. Die Anzahl der Bezugsimpulsgeneratoren wird durch die Anzahl der Unterbereiche für die Geschwindigkeitsmessung bestimmt, in die der gesamte Meßbereich des erfindungsgemäßen Viskosimeters unterteilt wird. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der gesamte Meßbereich in fünf Unterbereiche unterteilt.

Der Ausgang des Schalters 29 ist elektrisch mit dem Eingang des Zählers 32 gekoppelt, von dem die Ausgänge jeder Stelle ihrerseits mit einem Speicher 33 verbunden sind.

Der digitale Geschwindigkeitsmesser 22 enthält auch Schaltungen für eine Bewertung des Zählerstands des Zählers 32 (einer sich im Zähler 32 ausbildenden Zahl) nach dem Minimum 34 und Maximum 35, die UND-Glieder mit einer Anzahl von Eingängen darstellen, die gleich der Anzahl der Stellen des Zählers 32 ist, und Flipflops 36 und 37, wobei die Eingänge der beiden Schaltungen an sämtliche Stellen des Zählers 32 entsprechend den Codewerten für den Anfang (UND-Glied 34) und das Ende (UND-Glied 35) jedes Meß-Unterbereiches und deren

Ausgänge an die Flipflops 36 und 37 angeschlossen sind. Die Ausgänge der Flipflops 36 und 37 sind an vier Eingänge eines Steuer-Decodierers 38 angeschlossen, dessen fünfter Eingang mit dem Ausgang des Lichtempfängers 13 gekoppelt ist.

Der Steuerdecodierer 38 weist vier Ausgänge auf, von denen zwei an den Schrittschalter 31, der dritte an den Speicher 33 und der vierte an den Zähler 32 und die Flipflops 36 und 37 angeschlossen sind.

Der Umsetzer 23 des im digitalen Geschwindigkeitsmesser 22 erhaltenen Codes in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) proportionale Spannung enthält einen an den Speicher 33 des digitalen Geschwindigkeitsmessers 22 angeschlossenen Digital-Analog-Umsetzer 39 (Fig. 2) für die Mantisse des Logarithmus, einen an den Umsetzer 39 angeschlossenen (logarithmischen) Funktionswandler 40 sowie einen Addierer 41, dessen einer Eingang an den Funktionswandler 40 und dessen zweiter Eingang an einen Digital-Analog-Umsetzer 42 für die Kennziffer des Logarithmus angeschlossen ist. Der Digital-Analog-Umsetzer 42 für die Kennziffer ist mit dem Schrittschalter 31 des digitalen Geschwindigkeitsmessers 22 verbunden.

Die Zahl der Verbindungskanäle zwischen dem Digital-Analog-Umsetzer 39 für die Mantisse und dem Speicher 33 des digitalen Geschwindigkeitsmessers 22 sowie zwischen dem Digital-Analog-Umsetzer 42 für die Kennziffer und dem Schrittschalter 31 wird im ersten Fall durch die Stellenzahl des Zählers 32 (im betreffenden Fall acht), bei dem jede Stelle über den Speicher 33 mit dem jeweiligen Eingang

des Digital-Analog-Umsetzers 39 gekoppelt ist, und im zweiten Fall durch die Zahl der Positionen des Schrittschalters 31, die sich nach der Zahl der Unterbereiche (fünf) der Arbeit des digitalen Geschwindigkeitsmessers 22 richtet, bestimmt.

.Y-

Der Ausgang des Addierers 41 ist an den Eingang des Registriergeräts 24 angeschlossen.

Der Umsetzer 26 des im Zähler 25 erhaltenen Codes in eine dem dekadischen Logarithmus des durch die Feder 4 (Fig. 1) erzeugten Druckes proportionale Spannung enthält einen an die Ausgänge des Zählers 25 angeschlossenen Digital-Analog-Umsetzer 43 (Fig. 2) und einen an den Ausgang des Digital-Analog-Umsetzers 43 angeschlossenen (logarithmischen) Funktionswandler 44. Die Zahl der Verbindungskanäle zwischen dem Zähler 25 und dem Umsetzer 43 entspricht der Stellenzahl des Zählers 25 (im betreffenden Fall acht).

Der Ausgang des Funktionswandlers 44 ist an den X-Eingang des Registriergeräts 24 angeschlossen.

Die Arbeitsweise des erfindungsgemäßen Kapillarviskosimeters besteht in folgendem:

Vor Beginn der Messungen wird die Feder 4 durch Drehen des Schwungrades 15 (Fig. 1) des Hubwerkes zusammengedrückt, bis der Zangengreifer 17 das obere Ende der Stange 6 greift. Mit Hilfe des Auslösemechanismus 19 wird der Zangengreifer 17 gesichert, indem der Zylinder 18 gesenkt wird. Danach wird die Stange 6 durch Drehen

des Schwungrades 15 in die obere Stellung hochgehoben und die mit einem zu untersuchenden Material 2 gefüllte Kammer 1 mit der Kapillare 3 eingestellt.

Am Anfang der Messungen wird der Zangengreifer 17 mit Hilfe der Auslösemechanik 19 durch Hochziehen des Zylinders 18 geöffnet, wodurch die Feder 4 freigegeben wird. Die im zusammengedrückten Zustand befindliche Feder 4 entspannt sich und stößt über die Stange 6 den Kolben 5, der die Beschickung mit dem zu untersuchenden Material 2 aus der Kammer 1 durch die Kapillare 3 auspreßt. In dem Maß, wie sich die Feder 4 entspannt, nehmen der Druckabfall in der Kapillare 3, durch die das zu untersuchende Material 2 fließt, und dementsprechend dessen Auslaufgeschwindigkeit und folglich auch die Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 ab. Die Meßwerte der Schubspannung und -geschwindigkeit werden durch die Größe des Weges der Feder 4 bezüglich ihres zusammengedrückten Anfangszustandes bzw. die der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 bestimmt.

Zur Ermittlung dieser Größen ist mit dem Kolben 5 der Fühler 7 für diskrete Verschiebungen gekoppelt. Bei einer Verschiebung des Kolbens 5 bewegt sich zusammen mit ihm die mit der Stange 6 starr gekoppelte bewegliche Platte 10 des Fühlers 7. Da sich die bewegliche Platte 10 in einer Richtung senkrecht zu den Strichen des Rasters 11 (Fig. 3) bewegt, wird der vom Beleuchtungsgerät 12 (Fig. 1) durch die unbewegliche Platte 9 und die bewegliche Platte 10 auf den Lichtempfänger 13 des Fühlers 7 einfallende Lichtstrom periodisch moduliert. Infolgedessen entsteht im Lichtempfänger 13 eine periodische Spannung, die aufgrund einer Strombegrenzung im Lichtempfänger 13

in eine Folge von Impulsen umgewandelt wird, deren Dauer durch den Kehrwert der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 und die Breite der Striche des Rasters 11 (Fig. 3) und deren Anzahl durch die Verschiebungsgröße des Kolbens 5 (Fig. 1), gemessen von der Anfangsstellung, d. h. durch den Weg der Feder 4 und den Schritt der Striche des Rasters 11 (Fig. 3), bestimmt wird. Diese Impulse gelangen auf den Eingang des Schalters 29 (Fig. 2), wo gleichfalls über den Schrittschalter 31 ein Signal von einem der Bezugsimpulsgeneratoren 30 k, 30 l, 30 m, 30 n, 30 p eintrifft. Infolgedessen bildet sich am Ausgang des Schalters 29 ein Impulsbündel aus, dessen Dauer durch die eines vom Lichtempfänger 13 kommenden Impulses und dessen Folgefrequenz der Impulse im Bündel durch die Signalfrequenz des angeschalteten Bezugsimpulsgenerators 30 k, 30 l, 30 m, 30 n, 30 p bestimmt wird. Die den Kehrwert der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) bestimmende Impulszahl wird durch den Zähler 32 (Fig. 2) gezählt. Nach Abklingen des Impulses vom Lichtempfänger 13 wird der Code aus dem Zähler 32 mit Hilfe eines von dem durch die Hinterflanke dieses Impulses angesteuerten Decodierer 38 am Speicher 33 ankommenden Signals in den Speicher 33 übertragen.

Der in dem Speicher 33 gespeicherte Code wird mit Hilfe des Digital-Analog-Umsetzers 39 für die Mantisse in eine dem Code proportionale Spannung und dann mit Hilfe des Funktionswandlers 40 in eine der Mantisse des dekadischen Logarithmus des Reziprokwertes der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) proportionale Spannung umgeformt.

Zum Übergang von einem Meß-Unterbereich zum anderen sind an

609819/0729

die Ausgänge des Zählers 32 entsprechend den äußeren Codewerten für den Anfang und das Ende des Meß-Unterbereiches Bewertungsschaltungen 34 und 35 für eine Bewertung des Zählerstands des Zählers 32 (einer sich im Zähler 32 ausbildenden Zahl) nach Minimum und Maximum angeschaltet. Falls bei einer seriellen Zählung gegen Ende des Meßintervalls (der Dauer eines vom Lichtempfänger 13 kommenden Impulses) im Zähler 32 eine Impulszahl N eintrifft, die den Wert des in der Schaltung 34 für eine Bewertung eingestellten Codezeichens N_{\min} überschreitet, jedoch den Wert des in der Bewertungsschaltung 35 eingestellten Codezeichens N_{\max} unterschreitet, so spricht im Augenblick der Anwahl N_{\min} die Schaltung 34 für eine Bewertung an und kippt das Flipflop 36 um, während die Bewertungsschaltung 35 im Ausgangszustand bleibt. Dies zeugt von der Übereinstimmung des Meß-Unterbereiches mit dem Wert der zu messenden Geschwindigkeit. In diesem Fall wird nach Beendigung des Meßintervalls vom Decodierer 38 ein Signal zur Übertragung des im Zähler 32 erhaltenen Codes in den Speicher 33 gegeben.

Wenn aber die Zahl der im Zähler 32 eingetroffenen Impulse kleiner als N_{\min} oder größer als N_{\max} wird, so kippen die Flipflops 36 und 37 entweder nicht um oder doch um. Dann wird nach Beendigung des Meßintervalls vom Decodierer 38 ein Signal an den Schrittschalter 31 geliefert, der an den Schalter 29 einen der Bezugsimpulsgeneratoren 30k, 30l, 30m, 30n, 30p mit größerer oder kleinerer Impulsfrequenz anschließt. Eine derartige Umschaltung der Generatoren dauert so lange, bis die Folgefrequenz der Bezugsimpulse dem Meßbereich für die Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) entspricht.

609819/0729

Nach jeder Messung wird vom Decodierer 38 (Fig. 2) auf den Zähler 32 und die Flipflops 36 und 37 ein Signal gegeben, das den Zähler 32 und die Flipflops 36 und 37 in den Ausgangszustand zurücksetzt.

Mit Rücksicht auf die Änderung des Meß-Unterbereiches bei der Registrierung der Fließkurve 28 (Fig. 4) wird vom Schrittschalter 31 (Fig. 2) auf den Digital-Analog-Umsetzer 42 für die Kennziffer des Codeumsetzers 23 ein Signal in Form eines Positionscodes gegeben, das darin in eine der Kennziffer des Logarithmus des Kehrwertes der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) proportionale Spannung umgeformt wird. Die im Digital-Analog-Umsetzer 42 (Fig. 2) erhaltene, der Kennziffer des Logarithmus des Kehrwertes der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) proportionale Spannung und die durch den Funktionswandler 40 erzeugte, der Mantisse proportionale Spannung werden im Addierer 41 summiert. Die Summenspannung gelangt aus dem Addierer 41 auf den Y-Eingang des Registriergeräts 24 zur Aufzeichnung des Logarithmus des Kehrwertes der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1).

Das Impulssignal vom Ausgang des Lichtempfängers 13 (Fig. 2) gelangt auch in den Zähler 25, wo in dem Maß, wie die Impulse eintreffen, ein momentaner Codewert für die Verschiebungsgröße des Kolbens 5 (Fig. 1) gebildet wird. Mit Hilfe des Codeumsetzers 26 (Fig. 2) wird dieser Momentanwert in eine dem dekadischen Logarithmus für die Verschiebungsgröße des Kolbens 5 (Fig. 1) (der Weglänge der Feder 4 bezüglich ihres zusammengedrückten Anfangszustandes) proportionale Spannung umgeformt, wozu der Codeumsetzer 26 (Fig. 2)

den Digital-Analog-Umsetzer 43 einschließt, der den Code in eine ihm proportionale Spannung umsetzt, die mit Hilfe des (logarithmischen) Funktionswändlers 44 in eine bereits dem dekadischen Logarithmus der Verschiebung des Kolbens 5 (Fig. 1) proportionale Spannung umgeformt wird.

Die Spannung vom Ausgang des Wandlers 44 (Fig. 2) gelangt an den X-Eingang des Registriergeräts 24 zur Aufzeichnung des Wertes des Logarithmus des Weges der Feder 4 (Fig. 1) bezüglich ihrer Anfangsstellung, d. h. des Wertes des dekadischen Logarithmus einer Änderung des Druckes gegenüber dessen maximalem Anfangswert.

Es ist zu betonen, daß sich der durch die Feder 4 erzeugte Druck vom Maximal- bis zum Minimalwert ändert, während der digitale Geschwindigkeitsmesser 22 (Fig. 2) den Kehrwert der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 (Fig. 1) mißt, weshalb das Registriergerät 24 (Fig. 2) zur Aufzeichnung der Signale von den beiden Codeumsetzern 23 und 26 in der umgekehrten Richtung geschaltet ist, d. h. die (nicht gezeigte) Schreibfeder soll auf dem Koordinatenpapier 27 (Fig. 4) von oben nach unten und von rechts nach links bewegt werden.

Bei der verwendeten Kapillare 3 (Fig. 1) und der Kammer 4 werden die Werte des dekadischen Logarithmus des Druckes der Feder 4 und des dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 5 in die des dekadischen Logarithmus der Schubspannung und des dekadischen Logarithmus der Schubgeschwindigkeit umgerechnet. Deshalb stellt die sich auf dem Koordinatenpapier 27 (Fig. 4) des Registriergeräts 24 (Fig. 2) ergebende Aufzeichnung bei deren Anknüpfen an den

Durchmesser der Kammer 1 und die Kapillare 3 (Fig. 1) eine Fließkurve 28 (Fig. 4) des zu untersuchenden Materials 2 (Fig. 1) dar.

Das erfindungsgemäße Kapillarviskosimeter ist zur Messung und automatischen doppelt logarithmischen Registrierung von die Viskosität von Elastomeren, Schmelzen und konzentrierten Lösungen polymerer und disperser Systeme angegebender Fließkurven vorgesehen.

Die Messungen werden unter isothermen Bedingungen bei vorgegebener Temperatur durchgeführt.

Technische Hauptkennwerte:

1. Effektive Viskosität: $150 - 5 \cdot 10^5$ P
2. Schubspannung: $5 \cdot 10^2 - 5 \cdot 10^5$ dyn/cm² bei $\tilde{\tau}_{\max}/\tilde{\tau}_{\min} = 10^2$
3. Schubgeschwindigkeit $D = 1 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^4$ s⁻¹ bei $D_{\max}/D_{\min} = 10^5$
4. Temperaturbereich in der Kammer: -50 bis +250 °C
5. Hauptfehler bei der
 - a) Schubspannung $\Delta \tilde{\tau} = \pm 0,015 - 0,002$
 - b) Schubgeschwindigkeit $\Delta D = \pm 0,035 - 0,02 \cdot D_{\max}$
6. für die Beschickung der Kammer erforderliche Materialmenge: 7,5 cm³
7. Darstellungsweise: logarithmisch auf beiden Koordinatenachsen
8. Masse des Geräts: 120 kg
9. Standfläche: 830 x 470 mm².

Patentansprüche

①. Kapillarviskosimeter, bei dem die Kraft einer vorher zusammengedrückten Feder auf einen ein zu untersuchendes Material durch eine Kapillare einer Kammer verdrängenden Kolben übertragen wird, dessen Verschiebung mittels eines Registriergeräts aufgezeichnet wird, gekennzeichnet durch einen Fühler (7) für diskrete Verschiebungen des Kolbens (5), der mit dem Kolben kinematisch gekoppelt ist, und durch einen mit dem Fühler (7) elektrisch gekoppelten Umsetzer (8) der Ausgangssignale des Fühlers (7) für diskrete Verschiebungen in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens (5) und dem Wert des dekadischen Logarithmus eines durch die Feder (4) erzeugten Druckes proportionale Spannung.

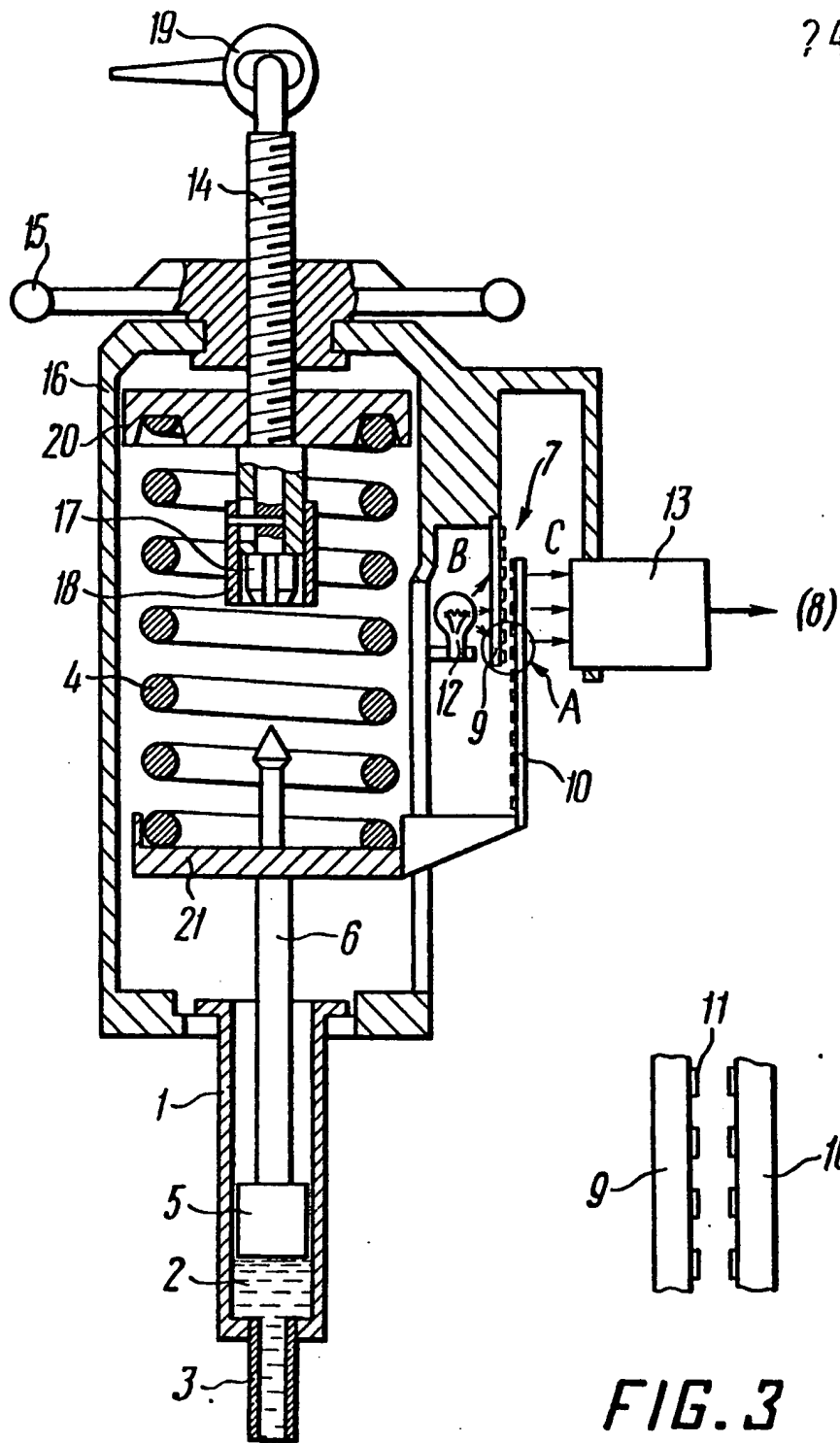
2. Viskosimeter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fühler (7) für diskrete Verschiebungen ein Rasterfühler ist.

3. Viskosimeter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Umsetzer (8) der Ausgangssignale des Fühlers (7) für diskrete Verschiebungen in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens (5) und dem Wert des dekadischen Logarithmus eines durch die Feder (4) erzeugten Druckes proportionale Spannung aufweist:

einen an den Fühler (7) für diskrete Verschiebungen angeschlossenen digitalen Messer (22) für die Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens (5) und einen an die Ausgänge des Messers (22) sowie an den Y-Eingang

eines Registriergeräts (24) für die Aufzeichnung der Schubgeschwindigkeit angeschlossenen Umsetzer (23) eines im digitalen Messer (22) erhaltenen Codes in eine dem dekadischen Logarithmus der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens (5) proportionale Spannung sowie einen an den Fühler (7) für diskrete Verschiebungen angeschlossenen Zähler (25) für die Verschiebungsgröße des Kolbens (5) und einen an die Ausgänge des Zählers (25) und an den X-Eingang des Registriergeräts (24) für die Aufzeichnung der Schubspannung angeschlossenen Umsetzer (26) eines im Zähler (25) erhaltenen Codes in eine dem dekadischen Logarithmus eines durch die Feder (4) erzeugten Druckes proportionale Spannung,

um auf einem Koordinatenpapier (27) des Registriergeräts (24) eine Fließkurve (28) aufzuzeichnen.



x FIG. 1

FIG. 3

609819/0729

G01N

11-04

AT:05.11.1974

OT:06.05.1976

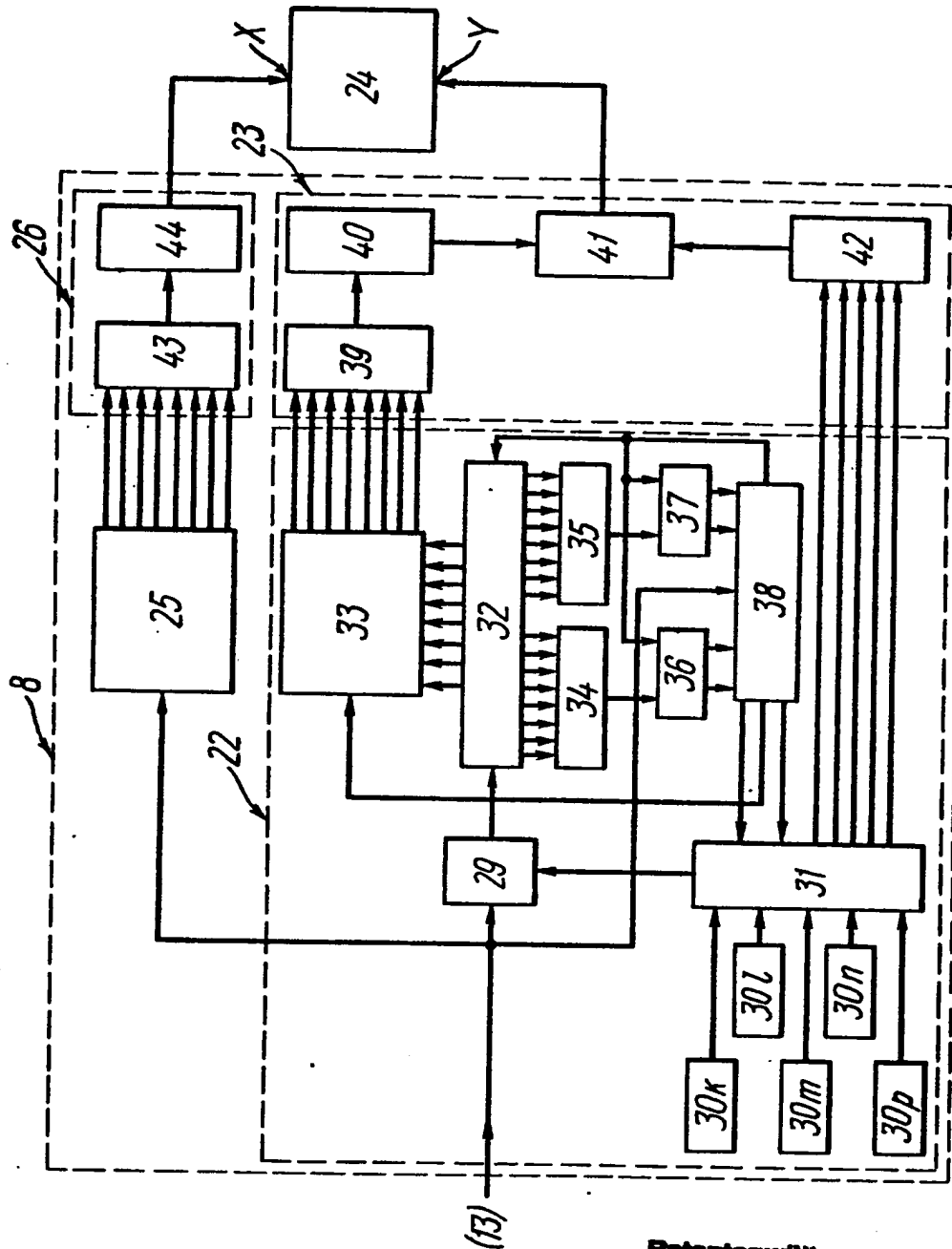


FIG. 2

Patentanwältin
Dipl.-Ing. R. DEETZ sen.
Dipl.-Ing. LAMPRECH
DR. R. DEETZ Jr.
84509 Kempten 22, Steinsdorfstr. 18

80-

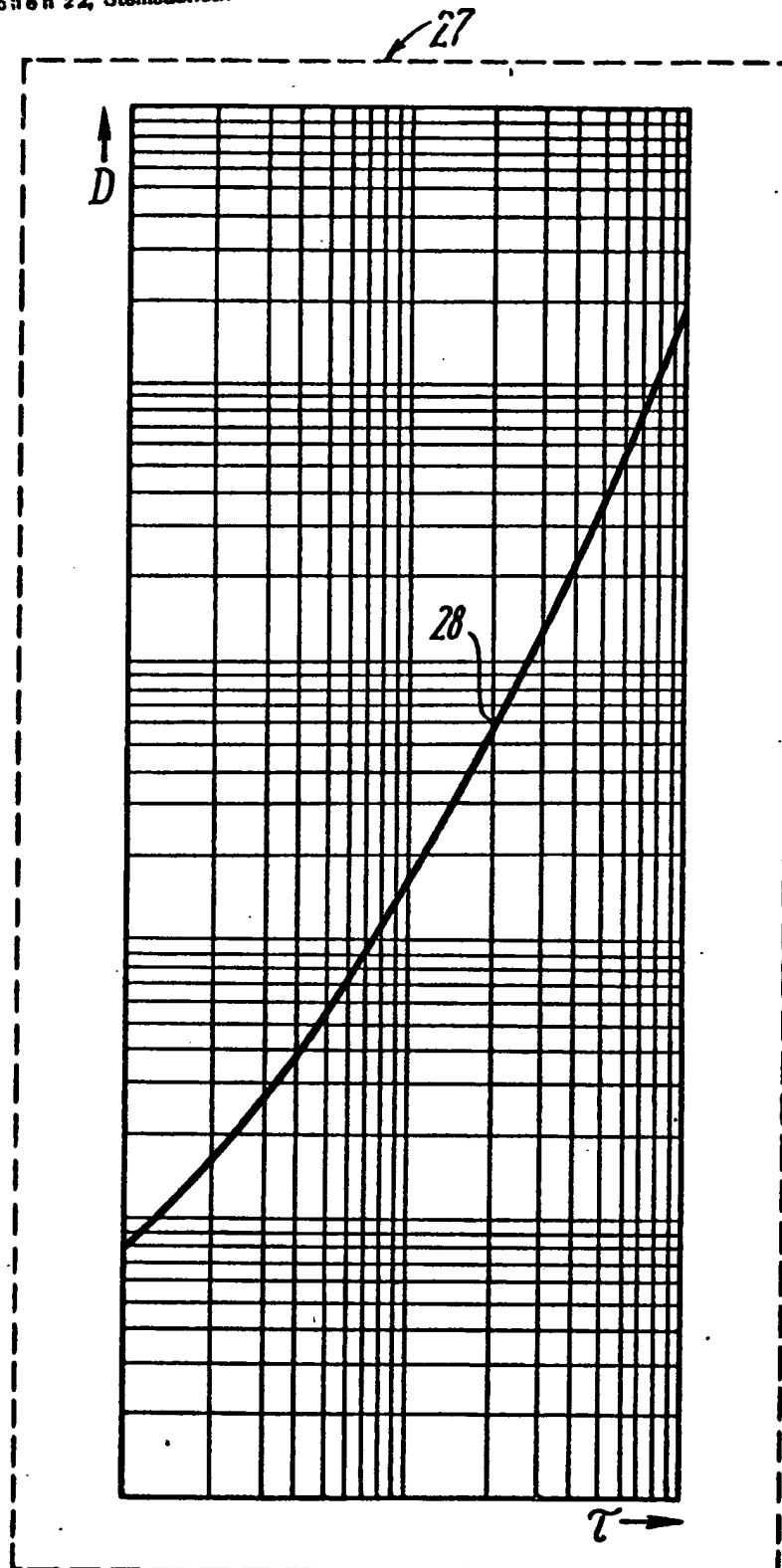


FIG. 4